

철도차량의 효율적 운영을 통한 기술발전 방안
A Study of the technique development plan
through the efficient operation of railroad vehicles

유양하* 김관형** 임재익*** 김연수 ***
Yu, Yang-Ha Kim, Kwan-Hyung Im Jae-Ik Kim, Yeon-Soo

ABSTRACT

The component and system of modern Railroad vehicles are advanced and complex. Maintenance policy is scientific and must be performed systematic. A vehicle operation and maintenance must become statistical analysis method. We must apply RAMS and System Engineering. We must apply the RCM theory in the maintenance management. The vehicle failure and maintenance charge must be reduced to a minimum. When we purchase the vehicle or component, we must reflect the technology. Also such system must be constructed. We will do technique development with the deed of such serial.

1. 서 론

2007년 4월부터 우리 기술력으로 만들어진 틸팅열차의 시운전이 진행되고 있다. 시운전 결과에 따라 보완되고 개선되어 조기에 실용화되고 기존선 속도향상에 기여하게 되기를 기대해 본다. 이미 고속차량에 틸팅 개념이 적용되어 있는 일부 철도선진국에 비해 상대적으로 늦은 감은 있지만 이제 우리나라도 고속철도의 안정적 운영과 더불어 기존선에서 속도향상을 위한 틸팅차량의 운행은 철도에 종사하고 있는 한사람으로서 발전되어 가는 모습에 흡족함이 들지 않을 수 없다. 세계의 모든 분야가 급변하고 기술의 진보 또한 빠르게 발전되고 있지만 그동안 우리나라의 철도는 도로와 자동차의 발전에 밀려 뒤쳐져온 것이 사실이다. 지금 바로 이 순간 철도에 종사하고 있는 우리 모든 철도인의 사명은 고속철도 KTX의 운행과 함께 새롭게 맞이한 철도 부흥기를 우리의 힘으로 완성해야 하는 과제를 안고 있다.

부족한 능력은 키워야하고 주어진 환경이 어려우면 우리 스스로 환경을 바꾸고 만들어 가야한다.

우린 이미 세계 여러 나라에 고속철도(KTX)의 안전성과 운행능력을 충분히 입증하고도 남음이 있다. 이는 빠른 기술습득 능력도 있을 것이나 우리가 느끼지 못하는 숨어있는 저력이 결코 작지 않음을 증명하는 것이기도 할 것이다. 안전한 고속철도 운행 능력 보유를 기하여 향후 모든 종류의 철도차량을 운행하는 운전자 측면에서 철도차량의 기술발전 방안에 대해 고찰해 보고자 한다.

* 유양하 한국철도공사 연구개발센터, 정회원

E-mail : yyh8141@empal.com

TEL : (042)609-4916 FAX : (042)609-4915

** 김관형 한국철도공사 연구개발센터 기술연구팀장

*** 임재익, 김연수 한국철도공사 차량기술단

2. 본 론

2.1 새로운 기회

우리나라는 100년이 넘는 철도운영의 역사를 가졌으니 결코 짧은 기간이 아닐 것이다. 그러나 어느 한 분야의 기술발전은 문화와 달리 역사가 오래된 것과 정비례하는 것은 아닌 것 같다. 짧은 역사에도 불구하고 기술의 비약적인 발전을 이룩한 분야가 너무나 많음을 잘 알고 있기 때문이다. 특히 IT분야의 기술발전은 우리의 생각이 미처 따라가지 못할 정도이기도 하다. 오랜 기간 철도를 운영하면서 일정기간 직접 차량을 자체 제작하기도 하였으나 운영자 입장에서 철도차량 기술이 발전할 수 있도록 얼마 만큼의 기여를 했는지 구체적으로 판단하기는 쉽지 않다. 물론 차량 제작 시 설계의 승인, 요구조건 (Requirement) 등 직간접적인 방법으로 반영하고 리드한 측면이 있으나 선도적으로 적극적인 역할을 하지는 못했던 것으로 생각된다. 아마도 더 오랜 시간 과거와 같은 방식과 같은 절차로 이어져 나아간다면 그 틀은 크게 바뀌지 못할 것이다.

KTX 운영을 시작한 지도 만 3년이 지났다. 고속철도의 운영이야말로 우리나라에서 철도가 비약적인 발전을 할 수 있는 계기가 되었고 기회라 할 것이다. 우리 철도인은 결코 이 기회를 그냥 흘려보낼 수 없다. 기존의 150km/h의 속도에서 300km/h의 속도는 수치상 두 배이나 그 내포된 측면은 단지 두 배만이 아니라는 것을 모두가 공감할 것이다. 우리는 지금까지 제작사가 만들어 주면 그 기능을 익히고 또한 정해 준 기간에 정비를 하는 방식으로 운영하여 왔다. 열차의 속도가 향상되면서 과거 비교적 단순하던 부품 및 장치들의 기능이 첨단화되고 복잡해지면서 유지보수를 위해 담당하여야 할 장치가 과거 전기장치, 기계장치 또는 기관, 제동장치 등의 단순한 분류에서 이제는 구체적이고 세분화한 장치를 담당하게 되었다. 고속차량(KTX)의 경우 견인제동, 공기조화, 제어안전, 차체, 기계장치, 공기제동, 차상 컴퓨터의 7개 장치로 분류되어 기술과 유지보수를 담당하도록 되어있다. 기존의 전기장치/ 대차장치 또는 전기, 기관, 주행 등 두 세 개의 분류에서 일곱 개의 분류로 나누어진 것은 장치가 그만큼 복잡해졌음을 의미하기도 하지만 다른 한편으로 기술의 발전이 반영된 것이라 할 수 있을 것이다. 이제는 각 분야별 세분화된 장치에 대해 깊이 있는 기술력을 확보하고 리드해 나아가야 하는 것이 절실히 필요해 졌다.

2.2 시스템의 구축과 실행방법

차량을 운용하고 유지보수를 시행하는 주체는 고객의 기대를 반영할 수 있어야 하고, 차량의 부품이나 장치의 불합리한 부분도 찾아내고 개선하여야 하며, 차량의 안정성이 확보되어야 함은 물론 최소의 비용으로 유지보수하고 운영할 수 있도록 하여야 한다. 이를 위해서는 체계적인 방법과 절차가 요구된다. 체계적인 방법의 일환으로 시스템엔지니어링(SE; System Engineering)과 램스(RAMS; Reliability Availability Maintainability Safety)의 개념을 들 수 있을 것이다.

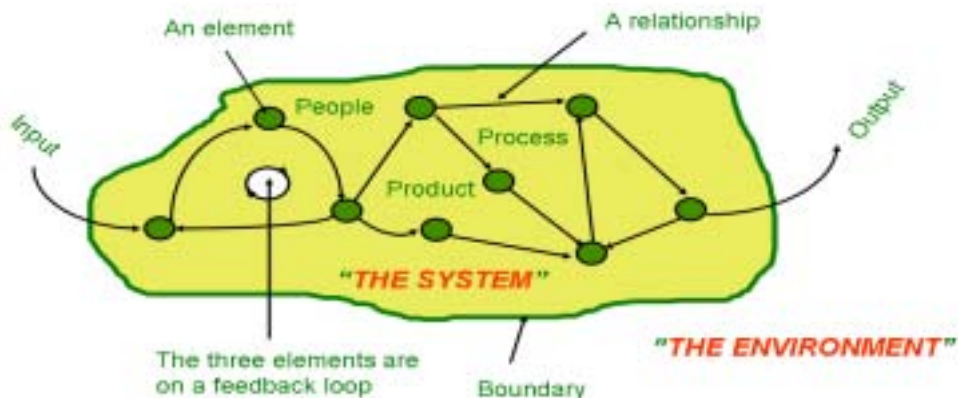


그림1. System Engineering 개요

시스템엔지니어링(체계공학)의 정의는 체계를 구성하는 인력(People), 제품(Product), 절차(Process)에 관한 균형 있는 해결책을 개발하고 검증하는데 필요한 모든 과학적 기술적 노력을 포함한 학제적 접근(Interdisciplinary Approach)을 말한다.



그림2. System Engineering 요구조건

또 다른 한편으로 체계에 대한 이해 당사자들의 요구사항을 만족시키고 체계개발에 따르는 문제의 해결을 위해 필요한 전문분야의 복합 기술체계 전체를 구성하는 모든 요소들을 절충하는 방법 또는 절차를 말한다.

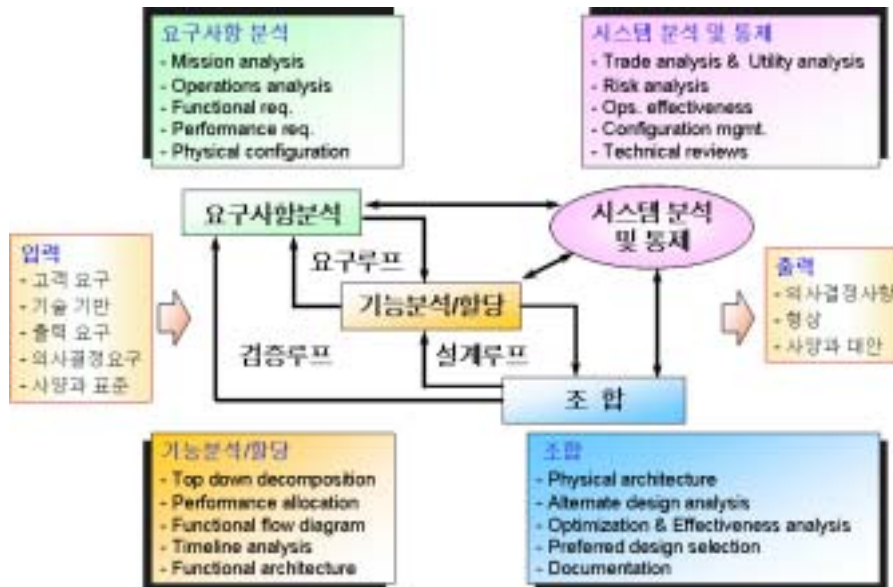


그림3. System Engineering 프로세스

철도차량분야에 국한하면 차량을 설계/제작하여 운영하고 폐기할 때까지의 소요되는 비용과 관리방법과 모든 부분을 포함하는 학문이 시스템엔지니어링의 영역이라 할 것이며, 이러한 체계에 사용되는 개념의 하나가 신뢰성관리인 RAMS라 하겠다. RAMS는 신뢰성(Reliability), 가용성(Availability), 유지보수성(Maintainability), 안전성(Safety)의 영문 첫 글자를 따서 생긴 용어이다. 신뢰성하면 좁은 의미로 Reliability만을 의미하지만 신뢰성관리라고하면 위와 같이 가용성, 유지보수성, 안정성을 함하여 RAMS라는 용어가 대표적으로 사용된다. 신뢰성공학에서는 RAMS에서 안정성(Safety)을 뺀 RAM만을 다루기도 한다. 이는 안전성은 무엇보다 중요한 부분으로 별도로 분리되고 관리되어야 하거니와 RAM의 활동을 통하여 결국 안전성(Safety)을 달성

하고자 하는 목적을 가지고 있기 때문일 것이다.

도표1. RAMS의 척도

구분	척도	비고
신뢰성 (Reliability)	MKBF(MKBSF), MTBF	Mean Kilometer Between Service Failure 고장이 발생하기까지의 평균 시간 또는 운행키로
가용성 (Availability)	MTBF/MTBF+MTTR	총 시간 분의 가용시간의 확률(%)
유지보수성 (Maintainability)	MTTR	Mean Time To Repair 정비하는데 소요되는 평균시간
안전성 (safety)	고장(사고)건수/주기, 기간	안전과 직결되는 고장건수

신뢰성은 어떤 시스템이나 부품의 신뢰도뿐만 아니라 가용성, 유지보수성(정비도), 안전성을 포함하기 때문에 가용성은 몇 %, 정비성은 부품별로 MTTR(Mean Time To Repair)이 몇 시간 등을 관리하게 된다. 철도차량을 운영하고 정비하는 측면에서 위와 같은 개념을 실질적으로 적용하고 반영하여야 할 부분을 생각해 보면, 차량기술 발전을 유도할 수 있는 것은 체계적 정비와 운영을 통해서 가능하다고 할 것이다. 정비 분야의 신뢰성개념을 적용한 것이 또한 RCM이다. RCM은 Reliability Centered Maintenance(신뢰성이 중심이 되는 유지보수)의 첫 글자를 딴 것으로 말 그대로 신뢰성을 기반으로 하는 유지보수를 말한다. RCM의 시작은 1970년대 미국 항공분야에서 시작하였으며, 항공정비, 원자력, 방위산업 분야 등에서 적용/발전되고 있다. RCM과 같은 이론을 적용한 신뢰성을 기반으로 하는 유지보수를 해야 하는 이유는 과거로부터 시행해오던 시간중심의 예방정비(TBM; Time Based Maintenance) 위주의 유지보수는 비용의 낭비요소가 많고 또한 부품의 수명이나 정비주기에 대한 신뢰도가 명확하지 않은 상태에서 유지보수를 시행함으로써 차량운행 중 고장이 발생하지 않는다는 확신을 가질 수 없을 뿐 아니라 유지보수 전반에 신뢰성이 확보되어 있다고 할 수 없다. 또한 차량의 부품은 기술의 발전과 더불어 향상되고 변화하기 마련이다. 즉 변화되는 만큼의 정비 방식과 절차가 바뀌어야 한다. 예를 들어 과거 어느 시기에 만들어진 제품 또는 장치는 한 달에 한 번씩 분해정비가 필요하여 1개월의 검수항목에 넣어 정기적으로 검수를 하였으나 지금의 장치는 1년이 지나 고장이 발생한다면 검수주기를 1년으로 바꾸어야 한다. 이와 같이 모든 장치와 부품에 대해 그 성능과 환경을 반영하여 최적의 유지보수방법과 주기를 결정하여야 한다. 이를 실행하기 위해 차량의 고장내용이나 부품의 교환 등 정비한 내용을 정확하게 기록/유지하여 관리하여야 한다. 이렇게 고장이나 정비내용을 관리하고 분석하여 활용하는 것을 피드백(Feed-back 또는 REX; Return Experience)활동이라고 하며, 이러한 과정을 통하여 시행하는 정비형태가 신뢰성유지보수의 과정이라고 할 것이다.

REX활동을 간략히 정리하면, 경험피드백의 정의는 어떠한 사건에 대응하는 정보를 조사, 수집, 분석하기 위한 목적의 프로세스를 말하는 것으로 정보의 수집, 저장/ 가용한 데이터의 분석/ 설계의 반영, 안전성확보, 서비스품질 향상 등의 활용이다. 현장 정비담당자는 고장내용, 정비내용, 부품교환내용 등을 정확히 기록하여야 하고, 누군가는 이를 체계적으로 관리(Data Base)하고 분석하여 결과를 도출하여야 하며, 또한 누군가는 이렇게 분석된 결과를 정책에 반영(규정, 매뉴얼, 작업절차서의 개정 등)하여야 한다. 과거의 시행한 경험을 체계적으로 관리하고 분석하여 상시 반영함으로써 유지보수를 최적화해 나아갈 수 있다. 이의 실행을 위해서는

첫째 개념의 공유이다. 무엇보다 가장먼저 필요한 것은 관련분야 전 종사자의 의식이라 할 것이다. 유지보수는 왜 하는지의 기초적인 것에서부터 지금하고 있는 방식이 가장 효율적인 방법인지, 더 효율적인 방법은 어떤 것인지 내가 해야 할 역할은 어디까지인지 등을 생각할 수 있는 의식을 갖는 것이라 하겠다.

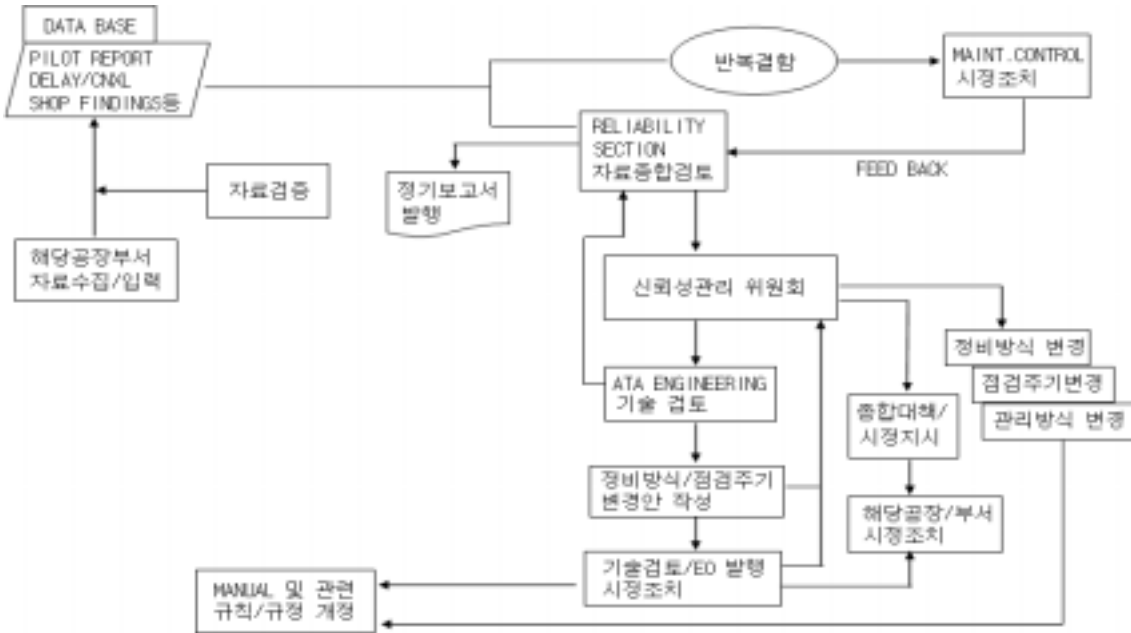


그림4. REX활동을 통한 RCM적용사례

둘째는 체계화된 조직과 절차이다. 근무환경이 복잡해지고 다양화 될수록 담당하는 분야는 세분화되고 나누어지게 마련이다. 차량을 운용하고 정비하는데 있어서도 차량구입, 차량운용, 정비계획수립, 보수품 조달, 현장정비담당 등으로 나누게 되며 정비에 있어서도 차종별, 장치별로 나누어 정비를 하게 된다. 각 분야별로 담당업무가 세분화되고 전문화되어야 하며, 이들이 수행하는 업무의 절차가 구체적이고 명확하게 수립되어야 한다. 예를 들어 정비를 담당하는 사람은 담당하는 장치에 대해서는 누구보다도 더 잘 알고 있다. 즉 담당하는 장치에 대해 어느 부분에 취약점이 있고 어떻게 개선되어야 하는지를 알고 있다. 문제는 이 개선되어야 하고 발전시켜야 할 부분을 어떤 절차로 반영토록 할 것인가가 관건이다. 이러한 절차를 갖추는 것이 시스템이 갖추어졌다고 할 것이고 이러한 행동절차에 필요한 방법이 RCM과 같은 신뢰성관리라 할 것이다.

절차를 갖추고 효율적인 방법으로 시행하기 위해서 무엇보다 선행되어야 하는 것이 공감대의 형성이고 공감대를 형성하는 방법이 다른 아닌 교육이라 생각한다. 신뢰성유지보수, 즉 RCM과 같은 기법을 적용함에 있어 가장 먼저 부딪치는 것이 RCM이 도대체 무엇이며 왜 해야 되는지 무엇을 하자는 것인지 의문을 갖는 것이다. 확실하게 알지 못한 상태에서 하고자하니 부정적인 마음이 들지 않을 수 없을 것이다. 부정적인 마인드를 가진 상태에서 좋은 성과나 결과가 나오기를 기대하기는 어렵다.

아무리 좋은 시스템이나 방법도 올바르게 받아들이지 않으면 소용없는 것이다. 우리는 흔히 과거에서부터 시행해오던 방식을 쉽게 바꾸려고 하지 않는다. 그 이유는 바꾸는 것이 힘들고 쉽지 않기 때문이다. 그러나 우리가 가고자 하는 방향이 현실안주가 아닌 발전을 원한다면 조금 힘들더라도 행하지 않으면 안 된다. 우리가 지금하고 있는 방법이 가장 최적화 된 방법이라고 생각한다면 RCM이나 다른 어떤 방법을 굳이 쓸 필요가 없을 것이다. 하지만 누구도 지금하고 있는 방법이 최선이고 최적화된 방법이 아니라는 것을 공감할 것이다. 대부분 더 잘하고 싶은데 잘하는 방법을 모르거나 혹은 어떠한 방법을 알고는 있는데 힘들고 귀찮으니까 하기 싫은 것인지도 모르겠다. RCM과 같은 이론은 잘 할 수 있는 방법을 제시하는 것이지만 모든 이론을 다 알고 똑 같은 방법으로 적용할 필요는 없다. 우리 환경과 실정에 맞는 방법을 스스로 찾아서 적용하고 발전시키는 것이 필요하다. 올바른 시작의 방법은 학습과 교육을 통한 의식의 공유에서부터 출발해야 한다는 것을 다시 한 번 강조하고자 한다.

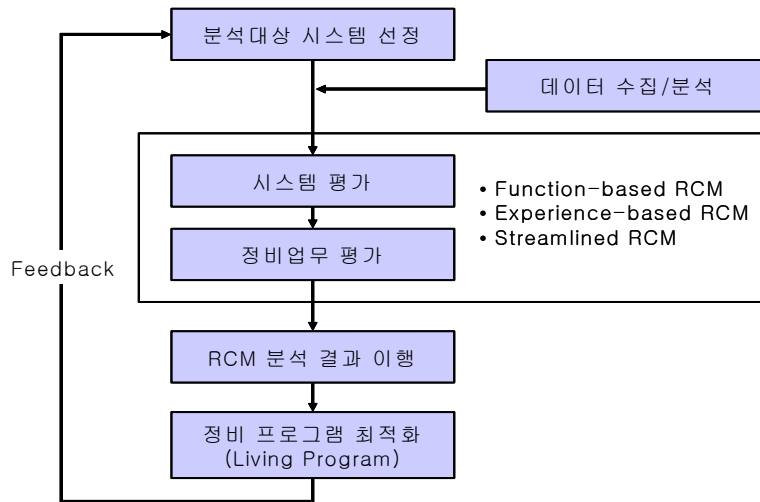


그림5. RCM적용방법

2.3 정책의 반영

철도를 정비하고 운영하는 조직의 내부적으로는 유지보수 규정 및 정비지침, 절차서(매뉴얼)의 개정 등을 통해 체계화된 방법으로 운영과 정비체계의 최적화를 실현해 가고 이러한 바탕의 결과를 차량이나 부품의 제작에 반영되도록 하여야 한다. 반영하는 방법은 설계 도면의 승인이나 구매 요구조건 (Requirement)에 반영할 수 있을 것이다. 차량이나 부품의 구매 시 제작사에 일정기준(RAMS데이터)을 제시하고 도입된 부품의 주어진 기준치를 관리하여 도달여부를 확인하여 하자관리 등 필요한 조치를 취할 수 있을 것이며, 체계적인 관리는 더 높은 수준의 기준을 제시할 수 있고 이러한 순환 사이클(Cycle)을 유지하는 것이 중요하다 할 것이다.

3. 결론

어떤 조직이나 그 조직을 이끌어갈 관리자와 또한 그 조직의 구성원으로서의 조직원이 있게 마련이다. 관리자가 올바른 의식을 가지고 있지 않으면 그 조직은 올바르게 나아가지 못할 것이고 관리자가 의식을 가지고 있으나 각 구성원들이 의식이 없다면 그 조직은 불만이 쌓일 것이고 추진이 되더라도 많은 어려움을 겪게 된다. 즉, 그 조직이 추진하고자 하는 목표로 나아가기 위해서는 관리자와 조직원이 공동의 목표를 가져야만 한다. 모든 관련자의 의식공유와 더불어 필요한 조직의 구성과 절차의 수립을 통한 체계적인 운영이 필요하다고 할 것이다.

현대의 철도차량은 부품과 시스템이 복잡하고 첨단화되어 유지보수 또한 과학적이고 체계적인 접근이 반드시 수행되어야 한다. 그러기 위해서는 유지보수 방법 또한 과학적인 분석을 통한 체계적인 방법이 되어야 한다. 이를 위해 System Engineering, RAMS, RCM과 같은 이론과 개념을 적용하여 차량고장을 최소로 줄이고 가장 적은 비용으로 가장 효율적인 정비를 시행하여야 하며, 기술적 축적의 결과를 자체 검수정책에 반영하여야 함은 물론 차량 및 부품의 제작에 반영되도록 하는 것이 기술발전을 유도하는 지름길이라 하겠다.

참고문헌

1. 이대일 PRIGENT Corporation(2004) System Engineering, 그림인용
2. 철도청 차량본부(유양하) '고속철도유지보수이론' 2004